

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-241415

⑪ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)10月6日

G 01 C 21/24

6752-2F

B 64 G 1/36

7615-3D

G 01 C 1/00

D-8505-2F

G 01 J 1/44

P-7706-2G

G 01 S 3/78

Z-6707-5J

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 スターセンサ

⑮ 特 願 昭62-76684

⑯ 出 願 昭62(1987)3月30日

⑰ 発 明 者 岡 本 二 彦 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝小向工場内

⑱ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑲ 代 理 人 弁理士 鈴 江 武 彦 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

スターセンサ

## 2. 特許請求の範囲

スピン衛星に搭載され、複数の垂直CCDレジスタに対して各垂直CCDレジスタの転送出力を各転送段に入力する水平CCDレジスタを有し、スピン軸方向と水平CCD転送方向を一致させ星像の移動方向と垂直CCD転送方向を一致させたCCDエリアセンサを有し、光学系により恒星の像をCCDエリアセンサの受光面に結像させ、このCCDエリアセンサの出力信号から恒星の位置を二次元のアドレス情報として検出するスタートラッカとしての機能を有するスターセンサにおいて、前記水平CCDレジスタの各転送段に前記複数の垂直CCDレジスタの結像される星像のサイズに相当する画素分の電荷を加算入力した後、該水平CCDレジスタの1ライン読出しを行なうように前記CCDエリアセンサを駆動し、リニアセンサとして用いるようにしたことを特徴とするス

ターセンサ。

## 3. 発明の詳細な説明

〔発明の目的〕

(産業上の利用分野)

この発明は、人工衛星の姿勢制御及び姿勢の計測のため、センサの光軸方向とセンサ視野内にある恒星とのなす角度を検出するために用いられるスターセンサに関する。

(従来技術)

従来、あるいは現在開発中のスタートラッカは一般に第3図に示すように構成されている。すなわち、センサ視野内にある恒星は、光学系11を通過して検出器12上に結像される。この検出器12で検出された光強度信号はプリアンプ13を介して信号処理回路14に送られ、この信号処理によって所定の恒星の強度及び検出時刻を求め、ここから恒星の方位角を算出するようになっている。

上記検出器12としては、従来イメージディセクタを使用していたが、撮像管であるため、形状、重量等に大きく、高圧電源を必要とし、信頼性も

低い等の欠点がある。したがって、現在では固体撮像デバイスであるCCDエリアセンサを使用する方向にある。この場合、第3図に示すように、CCDエリアセンサはCCD駆動回路15によって動作制御される。

上記検出器12上に結像された恒星の像はデフォーカスされ、第4図に示すようなガウス分布の強度分布を有する円像となる。ここで、CCDの各画素からの出力信号の分布は第5図に示すようになり、恒星の像の中心座標( $x_c$ ,  $y_c$ )は次の重心計算から高精度に求めることができる。

$$x_c = \frac{\sum_{i,j} i \cdot I(i,j)}{\sum_{i,j} I(i,j)}$$

$$y_c = \frac{\sum_{i,j} j \cdot I(i,j)}{\sum_{i,j} I(i,j)}$$

ここで、 $I(i,j)$ は画素( $i, j$ )の信号出力を示す。恒星の像の中心位置は、センサ光軸と恒星とのなす角を示し、これにより恒星が天空上のどの

遊び、それぞれの星の離す角度、すなわち離角を求め、予め星のカatalog中にある離角情報と比較し、一致する星を捜すアングラー・セバレーション・マッチ法が用いられる。しかし、星を同定するまでに要する処理時間が長くなる他、センサ視野方向によっては同定ができない場合もある。

これに対し、衛星をある1軸方向に回転させ、センサ視野幅で第6図(a)に示すようにベルト状に走査すると、衛星1回転でそれぞれの星の仰角と方位角が第6図(b)に示すように求めることができるので、これを星のカatalogと対比することによって、衛星の初期姿勢を捕捉することができる。これはスタースカナを用いた姿勢検出法と同一である。この方法を用いると同定は容易になるが、初期捕捉用にスタースカナを搭載するか、スタートラッカをスタースカナとして使用する必要がある。

前者は衛星全体の重量増加を招く欠点がある。後者は、従来のスタートラッカがCCD1画面分の画素情報を読み出す時間と強度の弱い星光を蓄

恒星かを同定することができ、衛星の姿勢を測定することができる。

上記のようなスタートラッカの運用モードは以下の3モードに大別される。

- (1)フルサーチモード：CCDの全画面をサーチし、明るい恒星を捜す。
- (2)部分サーチモード：特定のエリアをサーチし、エリア内の恒星を捕らえる。
- (3)トラッキングモード：(1)または(2)のサーチにより検出した恒星の中から、1つまたは複数個の恒星を選別し、その像の中心座標を出力する。このように、スタートラッカは狭い視野内で選別した恒星を捕捉し、その位置を求める性格を有するから、衛星が軌道上でスピン運動を行なわない三軸姿勢制御衛星に用いられる。

このスタートラッカの運用上の問題は、衛星の姿勢を初期捕捉する際、スタートラッカで観測した星の情報と星のカatalogとを比較し、観測した星の同定を行なう作業である。星の同定には、一般には観測した星の中から2個または3個の星を

絞るのに要する時間とから信号処理に時間がかかるので、衛星の回転速度が速いと星像の流れが生じ、星の検出は不可能となる。また、星像の流れを抑えようとする、衛星の回転レートを非常に遅くしなければならない、初期捕捉のために長時間を要するという欠点がある。したがって、従来のスタートラッカをそのままスタースカナに流用することはできない。

(発明が解決しようとする問題点)

以上述べたように、従来のスタートラッカでは、衛星の姿勢を初期捕捉する際、スタースカナとして使用することができなかった。

この発明は上記問題を解決するためになされたもので、スタートラッカを容易にスタースカナとして流用することができ、衛星姿勢の初期捕捉時に恒星の同定を容易に行なうことのできるスターセンサを提供することを目的とする。

[発明の構成]

(問題点を解決するための手段)

上記目的を達成するためにこの発明に係るス

ターセンサは、スピン衛星に搭載され、複数の垂直CCDレジスタに対して各垂直CCDレジスタの転送出力を各転送段に入力する水平CCDレジスタを有し、スピン軸方向と水平CCD転送方向を一致させ星像の移動方向と垂直CCD転送方向を一致させたCCDエリアセンサを有し、光学系により恒星の像をCCDエリアセンサの受光面に結像させ、このCCDエリアセンサの出力信号から恒星の位置を二次元のアドレス情報として検出するスタートラッカとしての機能を有するものにおいて、前記水平CCDレジスタの各転送段に前記複数の垂直CCDレジスタの結像される星像のサイズに相当する画素分の電荷を加算入力した後、該水平CCDレジスタの1ライン読出しを行なうように前記CCDエリアセンサを駆動し、リニアセンサとして用いるようにして構成される。

#### ① (作用)

上記構成によるスターセンサは、星像のサイズに相当する幅の画素分の情報だけを読み出しているため、星像の移動方向のセンサ視野が狭くな

り、これによって方位角の検出分解能が向上する。また、垂直方向の画素信号を全て加算して1水平ラインの読出しとするので、これから仰角情報を求めることができる。この場合、必要としない画素分の情報は読み出されないため、読出しに要する時間を大幅に削減することができる。

#### (実施例)

以下、第1図及び第2図を参照してこの発明の一実施例を説明する。但し、このスターセンサの主要構成は第3図の構成と同一であるので、ここではその説明を省略し、その特徴となるCCDエリアセンサ部分について述べる。

第1図はその構成を示すもので、このCCDエリアセンサは複数の垂直CCDレジスタ211, 212, ...をエリア内に平行して配置させ、各垂直CCDレジスタ211, 212, ...の転送出力をそれぞれ水平CCDレジスタ22の対応する転送段に入力するようにし、それぞれ水平CCD転送方向が衛星のスピン軸方向に一致するように配置したものである。これにより星像の移動する方向と垂直

#### ②

このとき、水平CCDレジスタ22の転送出力データは例えば第2図に示すようになり、光強度は4画素前後(図では $n-1 \sim n+3$ )にまたがって分布される。このデータにおいて、中心位置 $n+1$ は星の仰角を示しており、その検出時刻から方位角を求めることができる。尚、衛星のスピンレートは、対象とする星の明るさによって決定されるCCDの蓄積時間に依じて設定する。

上記CCDエリアセンサの駆動方法によれば、星像のサイズに相当する幅の画素分の情報だけを読み出すので、CCDデータの処理時間を従来方法に比べて大幅に短縮することができる。例えば、CCDエリアセンサとして(垂直画素数500)×(水平画素数400)の画素を有するものを考えると、垂直画素が3または4画素ライン分に相当するものであるから、信号処理時間は $3/500$ または $4/500$ に短縮することができる。

上記CCDエリアセンサを用いて、スタースキヤナとして機能させる場合について説明する。

まず、CCDエリアセンサの駆動方法を以下のように切替える。すなわち、この駆動方法は通常のカメラ等で使用する手法とは異なり、垂直CCDレジスタ211, 212, ...の星像サイズに相当する3画素または4画素分(図では点線内の4画素分)だけを水平CCDレジスタ22の各転送段に加算入力し、1水平ラインの読出しで出力する。これによって見かけ上3画素または4画素の幅を有するCCDラインセンサとして動作する。その他のデータの読出しは行なわず、次の読出しサイクルに移り、他の画素についてはスタースキヤナとして使用する際にはそのデータを使用しない。

したがって、上記構成によるスターセンサは、従来のスタートラッカを容易にスタースキヤナとして機能させることができるので、衛星の姿勢を

初期捕捉する際においても容易に恒星の同定を行なうことができる。

〔発明の効果〕

以上のようにこの発明によれば、スタートラッカを容易にスタースキャナとして流用することができ、衛星姿勢の初期捕捉時に恒星の同定を容易に行なうことのできるスターセンサを提供することができる。

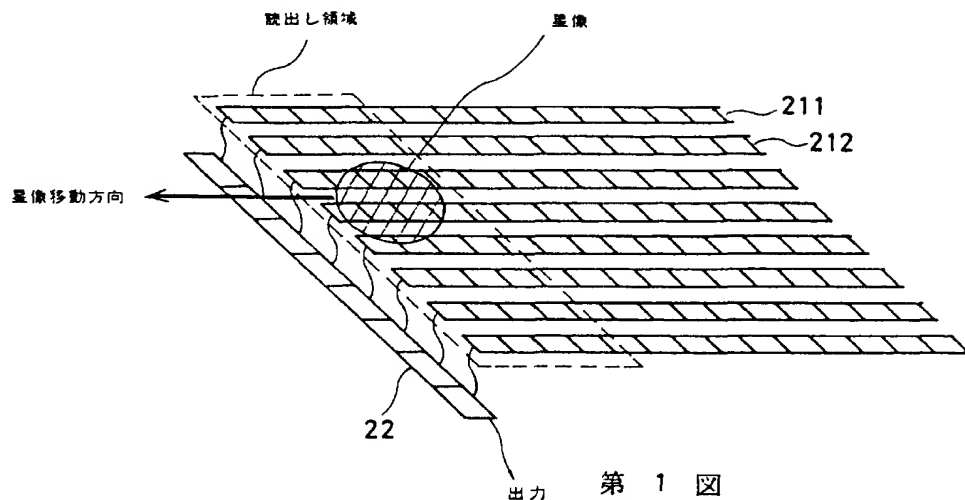
4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明に係るスターセンサの一実施例を示す要部構成図、第2図は同実施例の動作を説明するための出力波形図、第3図はスタートラッカの構成を示す構成図、第4図及び第5図はそれぞれ第3図のスタートラッカに用いられるCCDエリアセンサの動作を説明するための図、第6図はスタースキャナの動作を説明するための図である。

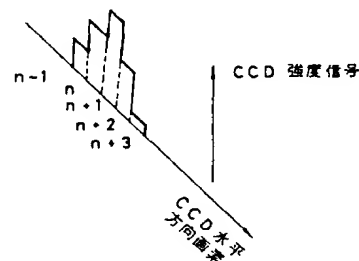
11…光学系、12…検出器（CCDエリアセンサ）、13…プリアンプ、14…信号処理回路、15…CCD駆動回路、211、212、……垂直CCDレ

ジスタ、22…水平CCDレジスタ。

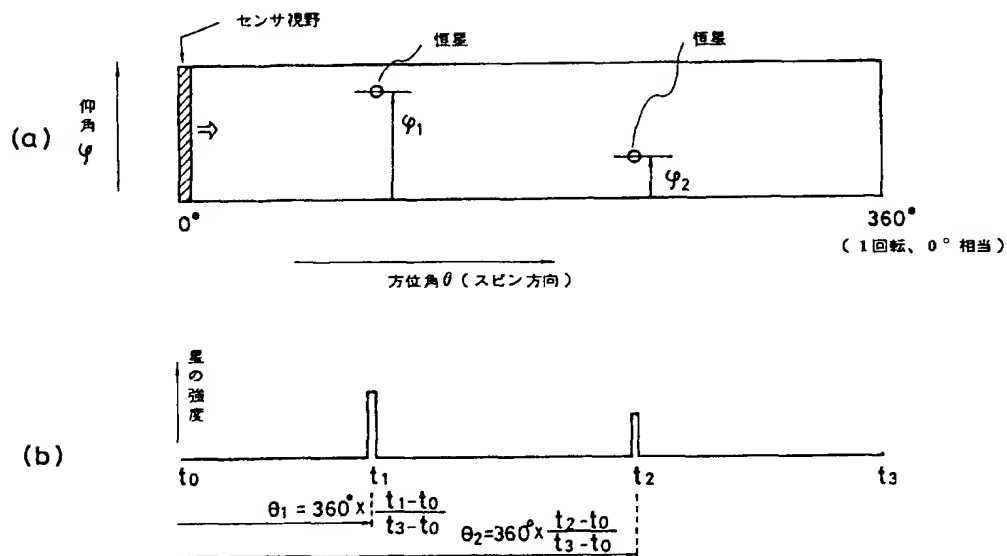
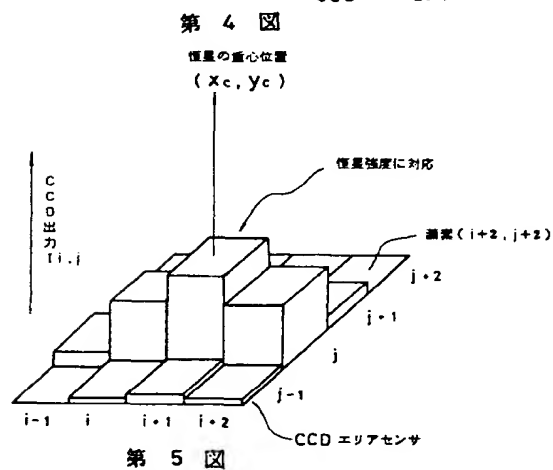
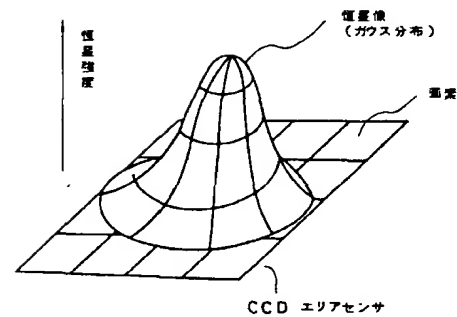
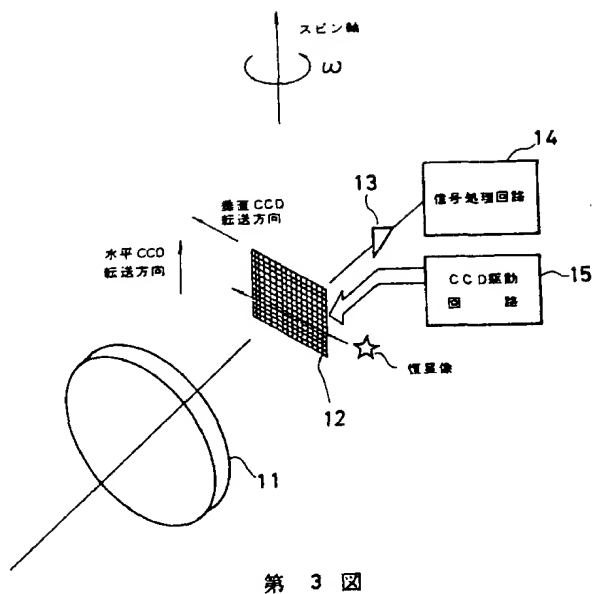
出願人代理人 弁理士 鈴江武彦



第1図



第2図



第 6 図

Cited Document 6 (JP-A S63-241415)

① Since the star sensor comprising the above-mentioned components reads out only the information of a pixel width corresponding to the size of a star image, the field of view of the sensor becomes narrower in the direction of star image motion, thereby improving the detection resolution of the azimuth angle. In addition, the sensor adds all the pixel signals in the vertical direction into a readout of a single horizontal line, which allow for obtaining information of the ascending vertical angle.

② In this example, the transfer output data of horizontal CCD register 22 are as shown, for example, in Fig. 2, in which the light intensity is distributed over around 4 pixels (shown as  $n-1$  to  $n+3$  in Fig. 2). In the figure, center position  $n+1$  indicates the ascending vertical angle of a star, from the clock time of which detection the azimuth angle can be calculated.

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **63-241415**

(43)Date of publication of application : **06.10.1988**

(51)Int.Cl. **G01C 21/24**  
**B64G 1/36**  
**G01C 1/00**  
**G01J 1/44**  
**G01S 3/78**

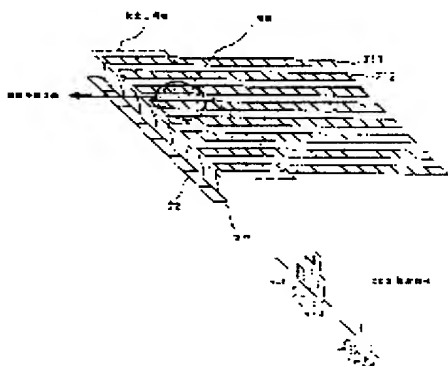
(21)Application number : **62-076684**

(71)Applicant : **TOSHIBA CORP**

(22)Date of filing : **30.03.1987**

(72)Inventor : **OKAMOTO FUTAHIKO**

### (54) STAR SENSOR



### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To facilitate the identification of a fixed star by adding and inputting charges for picture elements corresponding to the size of a formed star image to respective transfer stages of a horizontal register from plural vertical CCD registers, then reading one horizontal CCD line, and narrowing down the sensor visual field in the moving direction of the star image.

**CONSTITUTION:** The driving method for the CCD area sensor is switched to add and input only four picture elements corresponding to the size of the star image to the respective transfer stages of the horizontal CCD register 22 from, for example, vertical CCD registers 211, 212..., thereby allowing the sensor to operate as a CCD line sensor which has a width of

four picture elements apparently. Then a center position  $n+1$  is set to the elevation angle of the star according to transfer data of registers 22 which are distributed to before and behind the four picture elements ( $n-1$  to  $n+3$ ), and the azimuth angle is found from the detection time. Therefore, only information of picture elements of the width corresponding to the size of the star image is read out, so the processing time of CCD data is shortened and the fixed star is easily identified.